

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 26-169
補助事業名 平成26年度 高密度プラズマによる低摩擦・耐熱性炭素系膜の開発 補助事業
補助事業者名 佐賀大学大学院 機械システム工学専攻 准教授 長谷川裕之

1 研究の概要

本研究では、高エネルギー状態を実現する成膜技術の構築および低摩擦および耐熱性を有する金属含有炭素系膜の開発を実施した。以下に本研究の実施内容をまとめる。

① 磁場・電圧援用型成膜手法の構築

ターゲット表面に高磁場を与え、基板近傍には高電圧を供給する成膜手法を構築した。

② 金属含有カーボンターゲットの作製

膜原料となる金属含有カーボン焼結ターゲットを放電プラズマ焼結法により作製する。

③ 低摩擦・耐熱性炭素系膜の開発

作製した焼結体ターゲットから炭素系膜を作製し、微小硬度・微細構造・結合状態・摺動特性・耐熱性・耐酸化性などの表面機能について解析した。

2 研究の目的と背景

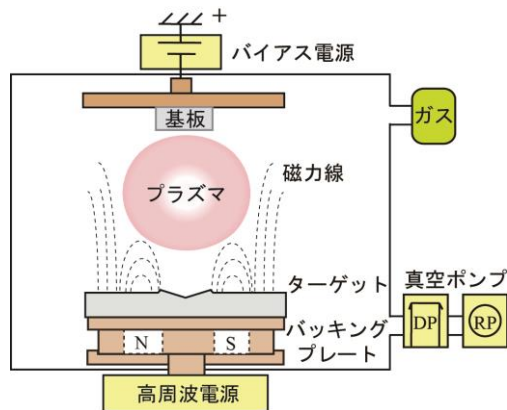
機械設計および加工の分野では、環境保全および省資源化を図る研究開発が継続的に進められている。環境保全に関する開発では、窒素酸化物・二酸化炭素などの温室効果ガスの排出を低減するための部材・機械部品の低摩擦化の実現が求められ、省資源化に関する開発では、切削工具の主成分となる希少金属を低減しながらも十分な強度を維持する工具の誕生が期待されている。

本事業では、磁場および直流電圧の援用によりプラズマ密度の向上させた表面処理技術の構築を図るとともに、摺動部材および切削工具への適用を見据えた低摩擦および耐熱性を有する炭素系耐摩耗膜の開発を目的とする。

3 研究内容

① 磁場・電圧援用型成膜手法の構築

本項目では、薄膜原料であるターゲットの下部からの高磁場の付与および薄膜作製時に基板に印加するバイアス電圧の高圧化を図る装置改良を実施した。磁場およびバイアス電圧は、プラズマ密度、基板と薄膜の密着性、薄膜の成長機構に効果を与える。



成膜装置の概要

② 金属含有カーボンターゲットの作製

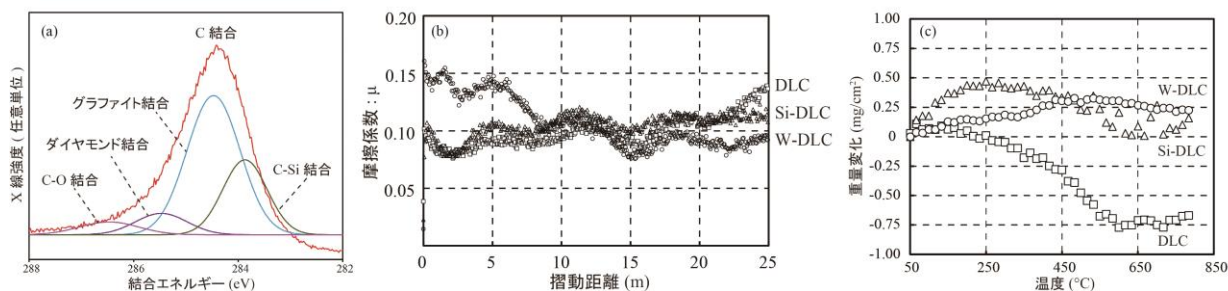
本項目では、放電プラズマ焼結法により金属とカーボンを混合した粉末から焼結体を作製した。従来、カーボン粉末の焼結には、数時間を要するが、粉末を充填した金型内部で発生する火花放電を利用し、1時間の焼結により金属含有カーボンターゲットを作製することができた。本項目で得られた焼結体から、次項に示す炭素系膜を合成した。



金属-カーボン粉末・焼結体

③ 低摩擦・耐熱性炭素系膜の開発

本項目では、焼結体から金属含有炭素系膜を合成し、X線回折法・X線光電子分光法・硬度試験・摺動試験・熱重量分析・示唆熱分析を実施した。得られた炭素系膜は、原子が無秩序に配列したアモルファス構造またはアモルファス構造と化合物粒子が混在したナノコンポジット構造を示し、炭素の結合状態は、ダイヤモンド成分・グラファイト成分の両者の結合を併せ持つ。金属含有炭素系膜は、未添加の炭素膜に比べ低摩擦を示し、摩耗深さも低減した。さらに、炭素系膜は、高温環境において二酸化炭素へと気化する性質を持つが、本事業で得られた金属含有膜では熱分解の開始温度に遅延が見られ、耐熱性を向上することができた。



炭素系膜の特性: (a) 結合状態 (b) 摩擦係数 (c) 熱重量測定

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)を代表とする炭素系膜は、メタンと水素ガスを原料として作製するため炭素系膜は水素を含有する。水素含む炭素膜は、300°Cにおいて水素の離脱により、膜の炭化が進み、摩擦係数が0.05から0.5まで上昇するといった短所を持つ。

本研究の成果により、固体原料用いていて水素フリー炭素膜の作製を実現するとともに、金属添加により従来のDLCに比べ耐熱性が向上し、炭素系膜に新たな機能性を与えることができた。

近年、機械部品、摺動部材、切削工具の分野では、エネルギー効率の向上・長寿命化の実現を目指して、表面処理技術が適用されることが少なくない。今後の展望として、高温環境において適用されるピストンリング・メカニカルシール・切削工具向けの耐摩耗膜としての応用を探索する。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

現在にいたるまで、補助事業者は、表面処理にかかわる基礎および応用研究に従事している。これまでの研究活動において、相変態領域に着目した窒化物硬質膜の開発を推進してきたが、表面に分散する窒素の影響を受け、低摩擦表面を得ることはなかった。

本研究の推進により、低摩擦表面の形成および窒化物膜とは異なる薄膜特性を得ることができるとともに、高度な表面分析を必要とする炭素系膜の評価手法を構築することができた。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【発表論文等】

- (1) 長谷川裕之、アモルファスカーボン膜の特性に及ぼす金属添加効果、日本機械学会九州支部 講演論文集, No.213, 2014年。
- (2) 高周波マグネトロンスパッタリング法による金属含有炭素膜の開発, 精密工学会九州支部 講演論文集, No.081, 2014年。

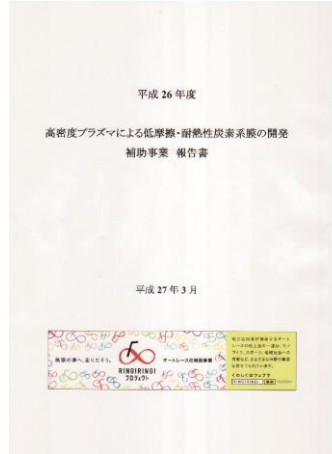
【学会発表】

- (1) 精密工学会 鹿児島地方講演会, 平成26年12月6日, 鹿児島大学。
- (2) 日本機械学会 大分講演会, 平成26年9月20日, ホルトフォール大分。

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

- ・ 平成26年度 高密度プラズマによる低摩擦・耐熱性炭素系膜の開発補助事業 報告書



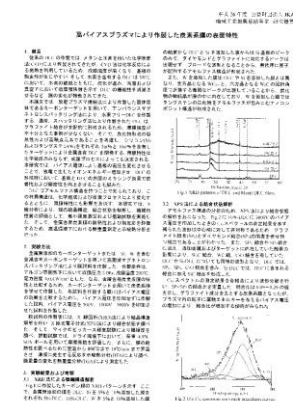
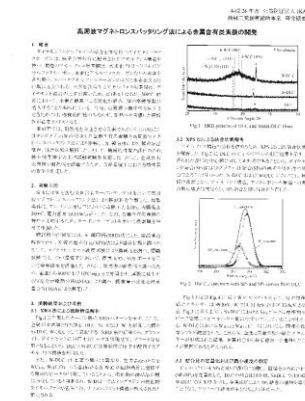
目次

第1章 総論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究の目的と意義	2
1.3 報告の構成	3
1.4 謝辞	6
第2章 実験方法	7
2.1 シンチレータープラズマの作成	7
2.2 処理プロセスの概観	7
2.3 評価装置	8
2.4 評価項目	8
2.5 シンチレータープラズマの特性	9
2.6 プラズマ処理による膜形成	9
2.7 膜の厚さ	10
2.8 膜の組成	10
2.9 膜の表面状態	11
2.10 膜の機械的性質	11
2.11 膜の熱的性質	12
2.12 膜の摩擦・潤滑特性	12
2.13 膜の耐熱性	13
2.14 膜の耐酸化性	13
2.15 膜の耐薬品性	14
2.16 膜の耐衝撃性	14
2.17 膜の耐疲労性	15
2.18 膜の耐腐食性	15
2.19 膜の耐溶剤性	16
2.20 膜の耐熱衝撃性	16
2.21 膜の耐熱酸化性	17
2.22 膜の耐熱酸化性	17
2.23 膜の耐熱酸化性	18
2.24 膜の耐熱酸化性	18
2.25 膜の耐熱酸化性	19
2.26 膜の耐熱酸化性	19
2.27 膜の耐熱酸化性	20
2.28 膜の耐熱酸化性	20
2.29 膜の耐熱酸化性	21
2.30 膜の耐熱酸化性	21
2.31 膜の耐熱酸化性	22
2.32 膜の耐熱酸化性	22
2.33 膜の耐熱酸化性	23
2.34 膜の耐熱酸化性	23
2.35 膜の耐熱酸化性	24
2.36 膜の耐熱酸化性	24
2.37 膜の耐熱酸化性	25
2.38 膜の耐熱酸化性	25
2.39 膜の耐熱酸化性	26
2.40 膜の耐熱酸化性	26
2.41 膜の耐熱酸化性	27
2.42 膜の耐熱酸化性	27
2.43 膜の耐熱酸化性	28
2.44 膜の耐熱酸化性	28
2.45 膜の耐熱酸化性	29
2.46 膜の耐熱酸化性	29
2.47 膜の耐熱酸化性	30
2.48 膜の耐熱酸化性	30
2.49 膜の耐熱酸化性	31
2.50 膜の耐熱酸化性	31
2.51 膜の耐熱酸化性	32
2.52 膜の耐熱酸化性	32
2.53 膜の耐熱酸化性	33
2.54 膜の耐熱酸化性	33
2.55 膜の耐熱酸化性	34
2.56 膜の耐熱酸化性	34
2.57 膜の耐熱酸化性	35
2.58 膜の耐熱酸化性	35
2.59 膜の耐熱酸化性	36
2.60 膜の耐熱酸化性	36
2.61 膜の耐熱酸化性	37
2.62 膜の耐熱酸化性	37
2.63 膜の耐熱酸化性	38
2.64 膜の耐熱酸化性	38
2.65 膜の耐熱酸化性	39
2.66 膜の耐熱酸化性	39
2.67 膜の耐熱酸化性	40
2.68 膜の耐熱酸化性	40
2.69 膜の耐熱酸化性	41
2.70 膜の耐熱酸化性	41
2.71 膜の耐熱酸化性	42
2.72 膜の耐熱酸化性	42
2.73 膜の耐熱酸化性	43
2.74 膜の耐熱酸化性	43
2.75 膜の耐熱酸化性	44
2.76 膜の耐熱酸化性	44
2.77 膜の耐熱酸化性	45
2.78 膜の耐熱酸化性	45
2.79 膜の耐熱酸化性	46
2.80 膜の耐熱酸化性	46
2.81 膜の耐熱酸化性	47
2.82 膜の耐熱酸化性	47
2.83 膜の耐熱酸化性	48
2.84 膜の耐熱酸化性	48
2.85 膜の耐熱酸化性	49
2.86 膜の耐熱酸化性	49
2.87 膜の耐熱酸化性	50
2.88 膜の耐熱酸化性	50
2.89 膜の耐熱酸化性	51
2.90 膜の耐熱酸化性	51
2.91 膜の耐熱酸化性	52
2.92 膜の耐熱酸化性	52
2.93 膜の耐熱酸化性	53
2.94 膜の耐熱酸化性	53
2.95 膜の耐熱酸化性	54
2.96 膜の耐熱酸化性	54
2.97 膜の耐熱酸化性	55
2.98 膜の耐熱酸化性	55
2.99 膜の耐熱酸化性	56
2.100 膜の耐熱酸化性	56

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

平成26年度 機械工業振興補助事業 研究概要

- ・ 高周波マグネトロンスパッタリング法による金属含有炭素膜の開発
- ・ 高バイアスプラズマにより作製した炭素系膜の表面特性



8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名：佐賀大学大学院 (サガダイガクダイガクイン)

住所：〒840-8502

佐賀県佐賀市本庄町1番地

申請者：准教授 長谷川 裕之 (ジュンキョウジュ ハセガワ ヒロユキ)

担当部署：工学系研究科 機械システム工学専攻

(コウガクケイケンキュウカ キカイシステムコウガクセンコウ)

E-mail：hasegawa@me.saga-u.ac.jp

URL：<http://saga-mech-surface.jimdo.com/>